

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4698827号  
(P4698827)

(45) 発行日 平成23年6月8日(2011.6.8)

(24) 登録日 平成23年3月11日(2011.3.11)

(51) Int.Cl. F I  
 HO 1 L 21/26 (2006.01) HO 1 L 21/26 G  
 HO 1 L 21/683 (2006.01) HO 1 L 21/68 N

請求項の数 13 外国語出願 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2000-390887 (P2000-390887)	(73) 特許権者	500583911
(22) 出願日	平成12年12月22日(2000.12.22)		アーエスエム インターナショナル ナム
(65) 公開番号	特開2001-250788 (P2001-250788A)		ローゼ フェンノートシャップ
(43) 公開日	平成13年9月14日(2001.9.14)		オランダ王国、3723 ベーサー ビル
審査請求日	平成19年2月28日(2007.2.28)		トホーフエン、ヤン ファン エイックラ
(31) 優先権主張番号	1013938		ーン 10
(32) 優先日	平成11年12月23日(1999.12.23)	(74) 代理人	100098464
(33) 優先権主張国	オランダ(NL)		弁理士 河村 洵
		(74) 代理人	100149630
			弁理士 藤森 洋介
		(74) 代理人	100154449
			弁理士 谷 征史
		(74) 代理人	100098257
			弁理士 佐木 啓二

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体ウェハ処理装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

半導体材料から製造されたウェハを処理するための装置であって、前記装置は相互に動いて近づいたり遠ざかるように配置された第1および第2ハウジング部(1、2)を備えており、2つのハウジング部(1、2)が動いて一緒になった閉鎖位置で処理室(3)を閉成し、処理室(3)内に開口している少なくとも1つのガス供給チャネル(7)を第1および/または第2ハウジング部(1、2)に設け、処理室(3)の周囲の第1および第2ハウジング部(1、2)にそれぞれ第1および第2境界面(4、5)を備え、閉鎖位置にあるときに第1および第2境界面(4、5)のあいだに、処理室(3)内に供給されたガスを半径方向に外向きに排出するための間隙(14)が存在するように構成された装置であって、

境界面(4、5)の少なくとも1つに、ガス排出手段(10)に接続された第1溝(8)を設け、2つの境界面(4、5)の少なくとも1つに、ガス供給手段(13)に接続された第2溝(12)を設け、第1および第2溝(8、12)の両方が処理室(3)の周囲に沿って実質的に伸長し、第1溝(8)が半径方向に第2溝(12)の内側に配置され、使用中にガス供給手段(13)によって形成される圧力が、ガスを第2溝(12)から第1および第2境界面(4、5)のあいだの間隙内を半径方向に内向きおよび半径方向に外向きの両方向に流れさせるような圧力であることを特徴とする装置であって、

遠ざかるように動いた開口位置にある2つのハウジング部(1、2)が、前記第1および第2境界面のあいだに、ウェハ搬送手段(17、18)によってウェハを装填したり取り

出すための空間を維持し、

2つのハウジング部(1、2)の2つの境界面(4、5)のうち少なくとも1つに、2つのハウジング部(1、2)が閉鎖位置のときにウェハ搬送手段(17、18)を収納する、搬送手段と同数のウェハ搬送手段収納溝(22、23)を設けることを特徴とする装置。

【請求項2】

ペクレ数  $Pe$  が次式：

【数1】

$$Pe = \frac{v \cdot L}{D}$$

10

によって定義され、式中  $v$  が間隙(14)のガス流速であり、 $L$  が流れの方向に見た間隙(14)の長さであり、 $D$  が間隙(14)を介して半径方向に外向きに流れるガス中の汚染の拡散係数であるときに、半径方向に第2溝(12)の外側に位置する溝(14)におけるペクレ数が10より大きい請求項1記載の装置。

【請求項3】

使用中に、半径方向に外向きに流れるガスの間隙(4)中のガス流速が最小限1cm/秒である請求項1または2記載の装置。

【請求項4】

20

使用中に、ガス排出手段(10)によって形成される圧力が、処理室(3)内に供給された実質的にすべてのガスを第1溝(8)を介して排出させるような圧力である請求項1、2または3記載の装置。

【請求項5】

第1および/または第2ハウジング部(1、2)に、処理室(3)内に開口するガス供給チャネル(7)を設けて、ウェハ(9)を処理室内で非接触状態で維持するための気体軸受を形成する請求項1、2、3または4記載の装置。

【請求項6】

ハウジング部(1、2)の少なくとも1つに対するウェハ搬送手段(17、18)の位置が、2つのハウジング部(1、2)が開口位置から相互に近づくように動くときに、気体軸受が処理室内でウェハ搬送手段(17、18)からウェハを受け取るように構成される請求項5記載の装置。

30

【請求項7】

ウェハ搬送手段収納溝(22、23)が半径方向に伸長し、第2溝(12)が各ウェハ搬送手段収納溝(22、23)の位置で中断する請求項1～6のいずれかに記載の装置。

【請求項8】

ガス供給手段(13)がウェハ搬送手段収納溝(22、23)内に開口し、ウェハ搬送手段収納溝(22、23)が半径方向に内向きに位置する部分で第1溝(8)と流体接続する請求項7記載の装置。

【請求項9】

40

ウェハ搬送手段(17、18)が多数の支持フィンガ(18)を備えた搬送リング(17)を実質的に含み、搬送リング(17)が2つのハウジング部(1、2)の外周より大きい直径を持ち、支持フィンガ(18)が搬送リング(17)に接続されかつ半径方向に搬送リング(17)の中心方向に伸長して、支持フィンガ(18)の端が協同してウェハ(9)の周縁を支持するようにした請求項1～8のいずれかに記載の装置。

【請求項10】

第1および第2ハウジング部(1、2)が動作中に実質的に一定温度を持ち、2つのハウジング部(1、2)が閉鎖位置のときに、処理室(3)内に閉囲されたウェハ(9)と2つのハウジング部(1、2)とのあいだの距離が非常に小さいので、2つのハウジング部(1、2)とウェハ(9)とのあいだの熱伝達が実質的に熱伝導によって行なわれるよ

50

うにした請求項 1 ~ 9 のいずれかに記載の装置。

【請求項 1 1】

ガス供給手段 ( 1 3 ) が不活性ガス源を含む請求項 1 ~ 1 0 のいずれかに記載の装置。

【請求項 1 2】

気体軸受用のガス供給チャネル ( 7 ) を不活性ガス源に接続する請求項 1 ~ 1 1 のいずれかに記載の装置。

【請求項 1 3】

前記不活性ガス源が窒素を含む請求項 1 1 または 1 2 記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1】

10

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体材料から製造されたウェハを処理するための装置であって、この装置は相互に近づいたり遠ざかるように配置された第 1 および第 2 ハウジング部を備えており、2 つのハウジング部が動いて一緒になった閉鎖位置で処理室を閉成 ( bounding ) し、処理室内に開口している少なくとも 1 つのガス供給チャネルを第 1 および / または第 2 ハウジング部に設け、処理室の周囲の第 1 および第 2 ハウジング部にそれぞれ第 1 および第 2 境界面を備え、閉鎖位置にあるときに第 1 および第 2 境界面間に、処理室内に供給されたガスを半径方向に外向きに排出するための間隙が存在するように構成された装置を提供する。

【 0 0 0 2】

20

【従来の技術および発明が解決しようとする課題】

そのような装置は、出願人の名義のオランダ特許出願第 1 0 3 5 3 8 号から知られている。記述した装置は、半導体材料から製造されたウェハに熱処理を実行するように意図されている。温度処理はたとえば、短時間内にウェハを加熱するステップを含み、このウェハはそののち、たとえばドーピングをアニールするための処理期間中、希望の処理温度に維持される。この処理期間中、たとえばウェハに材料を堆積するため、またはそこから材料をエッチングするために、ウェハに処理ガスを供給することもできる。ウェハ上または内に形成される構造の寸法、および構造と半導体材料のバルクとのあいだの境界面の鮮鋭度 ( sharpness ) は、ナノメートル範囲の精度が要求される。大きいばらつきは、処理によって形成される構造の希望する作動を抑制し、または妨害することさえある。

30

【 0 0 0 3】

そのような温度処理をウェハに実行するための装置は、たとえば、ウェハが紫外線ランプで照射される装置やウェハが加熱板などの温度処理面上に直接配置される装置など、他の様々なバージョンがすでに知られている。これらの装置の欠点は、ウェハと装置の温度処理手段とのあいだの熱伝達が均一でないことである。これは、望ましくない効果につながる可能性がある。したがって、不均一な熱伝達はウェハの局所的な過熱および / または熱不足をもたらすことがあり、ウェハに張力を生じる。これらの張力の緩和は結果的に、ウェハの結晶性半導体材料に転位およびその他の欠陥を生じる。これらの欠陥は材料の電気的性質を劣化させ、それが希望の仕様をもはや満たさなくなり、意図した用途に使用できなくなることがある。第 2 に、熱伝達は、材料の堆積または導入されるドーピングのアニールなど、温度に敏感なウェハ処理ステップの過程に影響する。不均一な熱伝達のため、処理されるウェハの温度は均一でない。したがって、処理中に、ウェハの一部分の処理期間は短すぎるか長すぎ、その結果、材料はこれらの位置でそれぞれ処理不足または処理過剰となる。したがって、ウェハのこれらの位置では、ウェハの不均一な温度のため、この処理は結果的に希望する電気的および / または材料の性質につながらないので、このやり方でもまた、ウェハは将来の用途に適さなくなることがある。

40

【 0 0 0 4】

不均一な熱伝達の問題は、ドイツ特許第 1 0 3 5 3 8 号明細書の装置によって回避される。その目的のために、この装置は、相互に近づけたり遠ざけるように配置された第 1 および第 2 ハウジング部を含む。2 つのハウジング部は特定の処理温度にする。実際、2 つの

50

ハウジング部の温度は異なってもよい。処理対象のウェハは、2つのハウジング部のあいだで処理室内に閉囲される。この装置は、2つのハウジング部のあいだで機械的封止を行なわない。ハウジング部の2つの境界面のあいだの間隙は、周囲全体に渡って半径方向に外向きに流れる、処理室から来るガスによって密封（外界から分離）される。処理室の容積は、ウェハを非常に接近して閉囲するので、ウェハと2つのハウジング部とのあいだの熱伝達は実質的に、均一な熱伝導によって行なわれ、小部分だけが放射によって行なわれる。その結果、ウェハには2つのハウジング部の温度が素早く伝わる。ハウジング部は、ウェハに対して非常に大きい熱容量を有するので、ハウジング部の温度がウェハへの熱伝達による熱損失のために変化することはほとんどない。2つのハウジング部が相互に近づく方向に動き、閉鎖した位置では、処理室は装置の環境から隔離されるので、装置の周囲空気からの汚染物質は、処理室内に到達できない。実際、処理室内での処理中に、ウェハ表面がそのような汚染物質と接触できないことは、重要である。処理中に、この汚染物質はウェハ表面に付着したり、処理によって堆積される層内に組み込まれてしまい、したがってウェハがその後の処理ステップや希望用途に使用不能になることがあり得る。

10

**【0005】**

前述の装置では、2つのハウジング部間の間隙を密封するために、処理室からのガスが使用される。そのような非接触密封は、2つのハウジング部間に接触面を含む機械的密封には好適である。一般的には、機械的密封は処理室の適切な封止を確立するために複雑な設計にせざるを得ない。その場合、たとえばOリングを使用する必要があり、それは、ハウジング部を相互に近づけたときに接触面で圧縮される。さらに、そのような密封は、接触面における機械的接触によって摩耗しやすい。この摩耗のため、2つのハウジング部間の密封の品質は、反復使用により劣化する。さらに、摩耗のため、ハウジング部から粒子が放出される。これらの粒子は処理室内に到達し、したがってウェハ表面を汚染するおそれがある。処理のためにハウジング部が各々処理温度にされる場合には、そのような機械的密封はさらに複雑になる。高温ハウジング部の膨張は接触面に間隙を発生させ、それにより密封が破れるおそれがある。さらに、Oリングを使用する場合、高温ハウジング部の適正な密封が困難である。

20

**【0006】**

実際には、ハウジング部間の空隙を処理室からのガスによって密封する2つのハウジング部の非接触閉鎖は、処理室内の汚染レベルを望ましい低レベルにするのに充分ではない。実際、空隙を介する環境からの汚染が処理室内に拡散することがある。前記の2つのハウジング部間の間隙の非接触密封の第2の欠点は、処理空間で使用する処理ガスが、空隙を介して装置の環境に流れ出ることである。たとえばシラン、ジシラン、およびホスフィンなど、ウェハ処理を実行するために役立つ多くの気体は、空気と接触した場合、有毒および/または高可燃性である。その場合、この処理ガスと周囲空気との接触の可能性を防止することが重要である。

30

**【0007】****【課題を解決するための手段】**

本発明の目的は、これらの問題の解決策を提供することである。本発明によると、前提部分に記載した種類の装置は、2つの境界面の少なくとも1つに、ガス排出手段に接続された第1溝を装備し、2つの境界面の少なくとも1つに、ガス供給手段に接続された第2溝を装備し、第1および第2溝の両方が実質的に処理室の周囲に沿って伸長し、第1溝が半径方向に第2溝の内側に配置され、使用中にガス供給手段によって形成される圧力が、第2溝からガスが第1および第2境界面間の間隙内を半径方向に内向きおよび半径方向に外向きの両方向に流れるような圧力であることを特徴とする。

40

**【0008】**

使用の際に、ウェハは2つのハウジング部のあいだから処理室内に導入される。間隙内を流れるガスは、ガス排出手段によって第1溝を介して排出される一方、ガスは第2溝を介して、ガス供給手段によって間隙に供給される。第1溝を介して排出されるガスは、処理室内に開口している前記少なくとも1つのガス供給チャネルから来ており、さらに第2溝

50

からのガスの一部を含むことができる。したがって、間隙はガス流によって密封（外界から分離）されるので、環境からの汚染が処理室に拡散することはほとんどあり得ない。

【 0 0 0 9 】

ガス供給手段によって第 2 溝に供給されるガスは、2 つのハウジング部間の間隙内を、半径方向に内向きにばかりでなく、半径方向に外向きの方向にも流れる。このやり方で、処理室からのガスは、第 1 溝に接続されたガス排出手段によって直接排出される。ガス供給手段によって第 2 溝に供給されるガスは、第 1 溝の周囲の外側の間隙の希望の密封を提供する。こうして達成される効果は、処理室が、ガス供給手段から流れるガスによって、環境から適切に分離されることである。第 1 および第 2 境界面は、必ずしも処理室に平行に伸長する必要はないことが理解される。2 つのハウジング部はたとえば組合わせ円筒形 (mating cylindrical forms) を持ち、2 つの境界面は内側円筒形の外壁および外側円筒形の内壁に沿って伸長することができる。また、境界面は、たとえば円錐面の一部に沿って伸長することができる。

10

【 0 0 1 0 】

装置の使用時、半径方向に第 2 溝の外側に配置された間隙内でのペクレ数は、10 より大きいことが好ましく、ペクレ数  $Pe$  は次式によって定義される。

【 0 0 1 1 】

【 数 2 】

$$Pe = \frac{v \cdot L}{D}$$

20

【 0 0 1 2 】

ここで  $v$  は間隙内のガス流量（流速）であり、 $L$  は、流動方向で見た間隙の長さであり、 $D$  はガス供給チャンネルによって供給されるガスの汚染の拡散係数である。間隙がこのペクレ数のとき、間隙を介する環境から処理室への汚染の拡散は非常に軽微であるので、処理室の希望の低汚染レベルが達成される。このペクレ数は、大抵の場合、半径方向に外向きに流れるガスの間隙内のガス流量を最小限  $1 \text{ cm} / \text{秒}$  とすることによって達成することができる。

【 0 0 1 3 】

好適な実施形態では、使用中、ガス排出手段によって形成される圧力は、処理室内に供給された実質的にすべてのガスが第 1 溝を介して排出されるような圧力である。したがって、周囲空気と処理室内に供給されるガスとのあいだの接触が回避される。これは、ある種の処理ガスに関して必要である。

30

【 0 0 1 4 】

2 つのハウジング部は、遠ざかるように移動した開口位置にあるときに、ウェハ搬送手段によってウェハを装填および / または取り出すために、第 1 および第 2 境界面のあいだの空間を開けた状態に維持することが好ましい。このやり方で、処理対象のウェハを 2 つのハウジング部のあいだから移動させ、処理後に再び排出させることができる。

【 0 0 1 5 】

好適な実施形態のさらなる工夫で、ガス供給溝を第 1 および / または第 2 ハウジング部に設け、処理室内に開口させて、ウェハを処理室内で非接触状態で支持するための気体軸受（浮上ベアリング）を形成する。使用中、気体軸受はウェハをそのウェハ表面全体にわたり、ハウジング部間に均等距離に維持し、こうしてウェハの平坦度の偏りを補償することができる。これは、ハウジング部から非接触状態で支持されるウェハへの熱伝達を高度に均一にする。

40

【 0 0 1 6 】

ウェハの装填中、ハウジング部の少なくとも 1 つに対するウェハ搬送手段の位置は、2 つのハウジング部が開口位置から相互に近づくとともに、気体軸受が処理室内でウェハ搬送手段からウェハを受け取るようにすることが好ましい。こうして、処理室内のウェハを気体

50

軸受に運び込むことができるので、ウェハとハウジング部とのあいだの機械的接触が起きない。これは、2つのハウジング部がそれらの閉鎖位置に着く前の不均一な熱伝達の発生を防止する。さらに、2つのハウジング部がそれらの閉鎖位置にあるときに、ウェハ搬送手段を組み込む多数のウェハ搬送手段収納溝を、2つのハウジング部の境界面の少なくとも1つに設けることができる。このやり方で、ウェハ搬送手段は、ウェハが気体軸受によって処理室内に取り込まれたのち、ウェハの隣接部の背後に維持することができる。これにより、処理後に、ウェハを処理室からたとえばつぎの処理装置へ搬送するために、ウェハを迅速に搬送手段に受容することができる。これによりさらに、処理対象のつぎのウェハを迅速に処理室内に導入することが可能になり、装置の生産性が高まる。

**【0017】**

好適な実施形態では、ウェハ搬送手段収納溝は半径方向に伸長し、第2溝が各ウェハ搬送手段収納溝の位置で中断される。第2溝が中断されるにもかかわらず、本発明のさらなる工夫に従って、ガス供給手段を好ましくはウェハ搬送手段収納溝内に開口し、ウェハ輸送手段収納溝の半径方向に内側に位置する部分を第1溝と流体接続状態にするという点で、ウェハ搬送手段収納溝の位置でも依然として気体障壁を形成することができる。こうして、ウェハ搬送手段収納溝もまた、使用中、ガス供給手段から流れるガスによって密封される。そのガスは、第1溝を介して、かつウェハ搬送手段収納溝事態を介して、半径方向に外側に環境に流すことによって、排出させることができる。こうして、装置の使用中に、汚染がウェハ搬送手段収納溝を介して処理室に拡散することはできない。

**【0018】**

好適な実施形態では、ウェハ搬送手段は実質的に多数の支持フィンガを備えた搬送リングを含み、この搬送リングは2つのハウジング部の外周より大きい直径を持ち、支持フィンガは搬送リングに接続され、かつ支持フィンの端部がウェハの周縁を協同して支持するように、半径方向に搬送リングの中心方向に伸長する。使用中、ウェハが搬送リングから取り込まれ、2つのハウジング部は搬送リング内で相互に近づくように移動して、ウェハの処理を開始することができる。処理後、ハウジング部は次いで離れるように移動し、ウェハが輸送リング上に載置される。そののち、ロボット・アームがウェハと共に搬送リングを装置から横方向に取り出して、それをたとえばつぎの処理装置へ移動させることができる。

**【0019】**

使用中、第1および第2ハウジング部は動作中、実質的に一定温度を持ち、2つのハウジング部が閉鎖位置にあるときに、処理空間内に閉鎖されたウェハと2つのハウジング部とのあいだの距離は非常に小さいので、2つのハウジング部とウェハとのあいだの熱伝達は実質的に熱伝導によって行なわれる。こうして、ウェハはハウジング部の温度を迅速に受け取ることができ、熱伝達は均一である。

**【0020】**

ガス供給手段は、不活性ガス源、たとえば窒素源を装備することができる。不活性ガスは、第1および第2境界面間の間隙を介して環境に放出すると、無害である。

**【0021】**

気体軸受用のガス供給チャンネルも同様に、不活性ガス源に接続することができる。処理中、これはウェハが気体軸受用に供給されるガスと望ましくない化学反応または物理的反応を起こすことを防止する。

**【0022】**

本発明を以下で、添付の図面に関連する例示的实施形態に基づいて、具体的に説明しよう。

**【0023】****【発明の実施の形態】**

図に示す例示的实施形態は、相互に動いて近づいたり遠ざかるように配置された、それぞれ第1および第2ハウジング部1および2を含む。相互に近づくように移動した閉鎖位置で、2つのハウジング部1、2は処理室3を閉鎖し、第1および第2ハウジング部1、2

10

20

30

40

50

は処理室 3 の周囲にそれぞれ第 1 および第 2 境界面 4、5 を有する。2 つの境界面 4、5 のあいだに間隙 1 4 が伸長する。2 つのハウジング部 1、2 は各々、処理室 3 に面する表面上に処理面 6 を有する。処理面 6 を介して処理室 3 内に開口するガス供給チャンネル 7 が、ハウジング部 1、2 を貫通して伸長している。使用中、これらのガス供給チャンネル 7 は、処理面 6 と処理室 3 とのあいだに気体軸受を形成するためのガスを処理空間 3 に供給するために、ハウジング部 1、2 の外側で図示しないガス源と結合する。境界面 4、5 に、この例示的实施形態では、処理面 6 の周囲全体に伸長する第 1 溝 8 が装備される。この第 1 溝 8 は、ハウジング部を通して外側に伸長するガス排出チャンネル 1 0 に接続される。使用中、ガス排出チャンネル 1 0 は、図示しないガス排出手段と結合される。これは、ガス供給チャンネル 7 を介して供給されたガスが第 1 溝 8 を介して排出されるように、ガス排出チャンネル 1 0 内に低圧を形成する。第 1 溝 8 の周囲に、第 2 溝 1 2 が 2 つのハウジング部 1、2 に設けられる。この第 2 溝は、ハウジング部 1、2 を通して外側に伸長するガス供給チャンネル 1 3 に接続される。使用中、ガスは、図示しないガス源によってこれらのガス供給チャンネル 1 3 に供給される。図 2 に示すように、このガスは第 2 溝 1 2 から、2 つの境界面 4、5 間の間隙 1 4 内を、半径方向に内向きにガス排出溝へ、および半径方向に外向きに環境へ流れる。

10

#### 【 0 0 2 4 】

図は、ウェハを装置内へそれぞれ装填したりそこから取り出すために意図された搬送リング 1 7 を示す。同じ目的のために、搬送リングはたとえばロボット・アームに置き換えることができる。搬送リング 1 7 の半径は、ハウジング部 1、2 の直径より大きい。搬送リング 1 7 は均等な長さの 3 つの支持フィンガ 1 8 を含み、支持フィンガ 1 8 の中心線は相互に対して 1 2 0 ° の角度を取る。これらの支持フィンガ 1 8 は、支持フィンガ 1 8 の端部でウェハ 9 の周縁を支持するように、半径方向に搬送リング 1 7 の中心方向に伸長する。その目的のために、各支持フィンガ 1 8 の各端は、支持リップ 2 1 を含む。

20

#### 【 0 0 2 5 】

2 つのハウジング 1、2 の 2 つの境界面 4、5 は各々、処理室 3 から境界面 4、5 を通って半径方向に外向きに伸長する 3 つのウェハ搬送手段収納溝 2 2、2 3 をそれぞれ含む。第 1 境界面 4 の各ウェハ搬送手段収納溝 2 2 の反対側に、第 2 境界面 5 の 1 つのウェハ搬送手段収納溝 2 3 がある。3 対のウェハ搬送手段収納溝 2 2、2 3 の中心線は、相互に 1 2 0 ° の角度をなす。処理室 3 の周囲で、ウェハ搬送手段収納溝 2 2、2 3 は第 1 溝 8 と連通する。さらに、2 つのガス供給チャンネル 1 3 が、ウェハ搬送手段収納溝 2 2 と第 1 溝 8 との接続部の半径方向に外側で距離をおいて、各ウェハ搬送手段収納溝 2 2 内に開口する。相対するウェハ搬送手段収納溝 2 2、2 3 のおのおのの対は、2 つのハウジング部 1、2 が閉鎖位置にあり、搬送リング 1 7 が図に示すように 2 つのハウジング部 1、2 の周囲に位置しているときに、多少の空間をおいて 3 つの支持フィンガ 1 8 の 1 つを受容することができるように、接合高さおよび幅を有する。使用中、ガスは、ガス供給チャンネル 1 3 を介してウェハ搬送手段収納溝 2 2、2 3 へ供給される。そのガスは、ウェハ搬送手段収納溝 2 2、2 3 から第 1 溝 8 およびガス排出チャンネル 1 0 を介して内向きの方向と、および外向き方向に環境との両方に移動する。

30

#### 【 0 0 2 6 】

図 5 ~ 1 0 は、ウェハ 9 が搬送リング 1 7 の支持フィンガ 1 8 の 3 つの支持リップ 2 1 上に載置されている例示的实施形態を示す。図は、2 つのハウジング部 1、2 を一つに合わせる動作中の 3 つのステップを表す。図 5 ~ 7 に示す断面図は、1 対のウェハ搬送手段収納溝 2 2、2 3 内の支持フィンガ 1 8 を切断して示している。図 8 ~ 1 0 に示す断面図は、同一の支持フィンガ 1 8 に沿ってウェハ搬送手段収納溝 2 2、2 3 の対のみを切断している。ウェハ 9 の周囲にセンタリングリング 1 9 が支持リップ 2 1 上に配置されるので、搬送リング 1 7 の移動中、または処理室の処理中に、ウェハ 9 は支持リップ 2 1 から落下し得ない。さらに、ウェハ 9 が環境と異なる温度を有する場合、センタリングリング 1 9 は、搬送中の半径方向の熱伝達によるウェハ 9 の半径方向の温度勾配の発生を回避するはずである。

40

50

## 【 0 0 2 7 】

図 5 および図 8 は開口した開始位置にある例示的な実施の形態を示し、搬送リング 1 7 はたとえば図示しないロボットアームによってハウジング部 1、2 のあいだに処理面 6 と平行に維持される。搬送リング 1 7 の中心は、ウェハ 9 が 2 つの処理面 6 のちょうど中間に配置されるように、2 つのハウジング部 1、2 の中心のあいだに芯合せされる。搬送リング 1 7 の位置は、支持フィンガ 1 8 が、それぞれ第 1 および第 2 境界面 4 および 5 のウェハ搬送手段収納溝 2 2 および 2 3 のちょうど中間に配置されるようにする。このように、ウェハを温度処理のために処理室 3 内に受容するために、2 つのハウジング部 1、2 は相互に近づくように移動することができる。その目的のために、2 つのハウジング部 1、2 は各々、図示しない熱制御器によって特定の処理温度にされる。さらに、希望する均等な温度処理のために、気体軸受が形成され、処理室 3 の汚染が回避されるように、ガス供給チャンネル 7 および 1 3 にガスが供給され、ガス排出チャンネル 1 0 を介して排出される。

10

## 【 0 0 2 8 】

図 6 および図 9 で、第 2 ハウジング部 2 が第 1 ハウジング部 1 の方に移動するので、ウェハ 9 は、第 2 ハウジング部 2 からガス供給チャンネル 7 から流れるガスによって形成される気体軸受と接触する。これはウェハの下を半径方向に外向きに第 1 溝 8 へ流れるガスを含み、ガスは第 1 溝 8 に沿ってガス排出チャンネル 1 0 を介して排出される。ガス流は、それによりウェハを第 2 ハウジング部 2 上で第 2 境界面 5 内で芯合せさせるように形成される。センタリングリング 1 9 は、半径方向に各ウェハ搬送手段収納溝 2 3 とは反対側で、第 2 ハウジング部 2 の処理面 6 と第 1 溝 8 とのあいだに設けられた 3 つの支持突起 2 0 と接触する。

20

## 【 0 0 2 9 】

図 7 および図 1 0 で、2 つのハウジング部 1、2 はそれらの閉鎖位置にあり、センタリングリング 1 9 は 3 つの支持突起 2 0 上に着座している。ウェハ 9 は支持リップ 2 1 から、ウェハ 9 を処理室 3 内の 2 つの処理面 6 のあいだで非接触状態で芯合せさせる気体軸受によって受け取られている。この場合、気体軸受は、2 つのハウジング部 1、2 のガス供給チャンネル 7 から処理室 3 に供給され、ウェハ 9 に沿って半径方向に第 1 溝 8 へ流動するガスによって形成される。ウェハ 9 の上面および下面と 2 つの処理面 6 とのあいだの距離は比較的小さい。したがって、ウェハ 9 と 2 つのハウジング部 1、2 とのあいだの伝導による熱伝達が比較的大きいので、ウェハ 9 は 2 つのハウジング部 1、2 の処理温度を比較的高速で引き継ぐ。この処理温度は 2 つのハウジング部 1、2 の 2 つの処理面 6 全体にわたって均等であるので、ウェハ 9 の半径方向の温度勾配はほとんど生じない。

30

## 【 0 0 3 0 】

2 つのハウジング部 1、2 が開口位置にあるときには、2 つのハウジング部 1、2 とウェハ 9 とのあいだの伝導による熱伝達は、非常に小さい。第 2 ハウジング部 2 を閉じるためにこの位置から第 1 ハウジング部 1 の方へ比較的高速で動かすことによって、正確に決定できる時点から熱処理を開始することができる。その後、第 2 ハウジング部 2 を第 1 ハウジング部 1 から再び比較的高速で動かすことによって、正確に決定できる時点で熱伝達を停止することもできる。このやり方で、ウェハ 9 は、正確に決定できる処理期間内で、高度に均一な熱処理を行なうことができ、ウェハが半径方向の温度勾配を受けることはほとんど無い。

40

## 【 0 0 3 1 】

前述の方法での温度処理中、ガスはガス供給チャンネル 1 3 から第 2 溝内へ、および間隙 1 4 内へ流入する。このガス流は、2 つのハウジング部 1、2 の外部の環境からのガスが間隙 1 4 を介して処理室 3 内へ拡散する可能性を妨げるように形成される。ガス供給チャンネル 1 3 から流れてくるガスは、部分的に第 1 溝 8 を介してガス排出チャンネル 1 0 を通って排出され、部分的に間隙 1 4 を通って外向きに流出する。ガス流量（流速）は最小限 1 cm / 秒であることが好ましい。第 1 溝 1 2 の外周にある間隙 1 4 において、ペクレ数は 1 0 より大きいことが望ましい。無次元ペクレ数は対流移動と拡散移動のあいだの比を示し、拡散成分の濃度分布を分析的に概算するのに役立つ。対流移動は、第 2 溝 1 2 から間隙

50

14を介して流出するガスの移動である。拡散移動は、反応装置の外側にあり、拡散によって間隙14を貫通する傾向にあるガスの移動である。ペクレ数が小さい場合、拡散移動が優勢であり、ペクレ数が大きい場合は対流移動が優勢である。この一次元モデルでは、速度差が存在しないことに注目することが重要である。言い換えると、間隙14内のガスの速度は関心のある領域で一定であり、たとえば再循環が存在しない。

【0032】

図11および図12に、無次元位置に対する「拡散」成分、たとえば外部空気のモル分率を様々な位置についてグラフで示す。間隙14の半径方向に外側の端である無次元位置1では、拡散成分のモル分率は1である。間隙14内の第2溝の位置に対応する無次元位置0では、対流成分が加わる。中間について、対流と拡散のあいだの比によって、濃度が決定される。ペクレ数が低い場合、拡散成分がドメイン全体に存在することが明らかであり、高いペクレ数の場合、拡散成分が出口付近（無次元位置1）にだけ存在する。

10

【0033】

図11と図12の唯一の相違は、Y軸の尺度が図12では対数であるということである。この図は明らかに、拡散成分の濃度をPPMレベル以下に低下するためには、ペクレ数が10より大きくなければならないことを実証している。

【0034】

ペクレ数は、つぎのように定義される。

【0035】

【数3】

$$Pe = \frac{v \cdot L}{D}$$

20

【0036】

ここで $v$ は、 $[m \cdot s^{-1}]$ 単位の「流動」成分のガス速度であり、 $D$ は $[m^2 \cdot s^{-1}]$ 単位の「流動」成分と「拡散」成分の2つのガスのあいだの拡散係数であり、 $L$ は $[m]$ 単位の特性距離つまり間隙の半径方向の長さである。特性距離は一般的に、「流動」成分の入口と出口のあいだの距離である。

【0037】

「流動」成分の最小所用速度を概算するために、つぎの変数を使用することができる。

30

【0038】

「拡散」成分を1ppmに減少する  $Pe = 14$

「拡散」成分を10ppmに減少する  $Pe = 11.5$

1000 および1気圧時の $N_2 / H_2$ の拡散係数

$$D = 8.5 \cdot 10^{-4} m^2 \cdot s^{-1}$$

27 および1気圧時の $N_2 / H_2$ の拡散係数

$$D = 7.7 \cdot 10^{-5} m^2 \cdot s^{-1}$$

1000 および1気圧時の $N_2 / O_2$ の拡散係数

$$D = 2.3 \cdot 10^{-4} m^2 \cdot s^{-1}$$

40

27 および1気圧時の $N_2 / O_2$ の拡散係数

$$D = 2.0 \cdot 10^{-5} m^2 \cdot s^{-1}$$

特性距離 $L$ は、問題によって異なる。

【0039】

たとえば特性距離が0.02mであり、温度が1000であり、圧力が1気圧であり、10ppm未満の拡散によって酸素膜の汚染を防止するための「流動」成分として窒素を使用する場合、最小窒素速度は、次式によって計算することができる。

【0040】

【数4】

$$v = \frac{Pe \cdot D}{L} = \frac{115 \cdot 2.3 \cdot 10^{-4}}{0.02} = 0.13 \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$$

## 【 0 0 4 1 】

同様に、他の状況について最小速度を計算することができる。

## 【 0 0 4 2 】

ガス供給チャネル7を介して処理室3へ供給されるガスは、物理的または化学的プロセスによってウェハ9の表面に処理温度で処理、たとえば堆積またはエッチングを実行する処理ガスとすることができる。ガスはまた、単にハウジング部1、2とウェハ9とのあいだに気体軸受を形成するためにのみ意図された不活性ガスとすることもできる。

10

## 【 0 0 4 3 】

図1～10は、様々なガス供給チャネルおよび排出チャネルをガス源または排出設備にそれぞれどのように接続するかを示していない。分かりやすくするために、2つのハウジング部1、2の熱制御器、温度、ガス流量、ハウジング部1、2の位置のための必要なセンサおよび制御手段、ならびに前記測定および調整手段の制御器などの装備も図示していない。

## 【 0 0 4 4 】

本発明は記載した例示的实施形態に限定されず、発明の枠内で様々な変形が可能であることが理解されるであろう。

20

## 【 0 0 4 5 】

したがって、2つのハウジング部1、2は異なる形状で、たとえば円形または円弧状に設け、かつ異なる材料、たとえば金属または合金から形成することができる。

## 【 0 0 4 6 】

さらに、第1および第2溝8および12のそれぞれの形状および位置は、第1および/または第2境界面内で様々な変化させることができる。さらに、ハウジング部1、2は、2つまたはそれ以上の第1同心溝8、および半径方向に第1溝または処理室3の周囲の溝8の外側に伸長する2つまたはそれ以上の第2同心溝12を装備することができる。

## 【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 第1ハウジング部が示されていない本発明の例示的实施形態の略平面図である。

30

【 図 2 】 図1の平面図に示した例示的实施形態の線A'-Cに沿った略断面図である。

【 図 3 】 図1の平面図に示した例示的实施形態の線B-Bに沿った断面図である。

【 図 4 】 図1の平面図に示した例示的实施形態の部分Qの詳細図である。

【 図 5 】 図1の平面図に示した例示的实施形態が開口位置にあるときの線A-Aに沿った略断面図である。

【 図 6 】 例示的实施形態が部分的に閉鎖した位置にあるときの図5と同様の断面図である。

【 図 7 】 例示的实施形態が閉鎖位置にあるときの図5と同様の断面図である。

【 図 8 】 図1の平面図に示した例示的实施形態が開口位置にあるときの線A'-Cに沿った略断面図である。

40

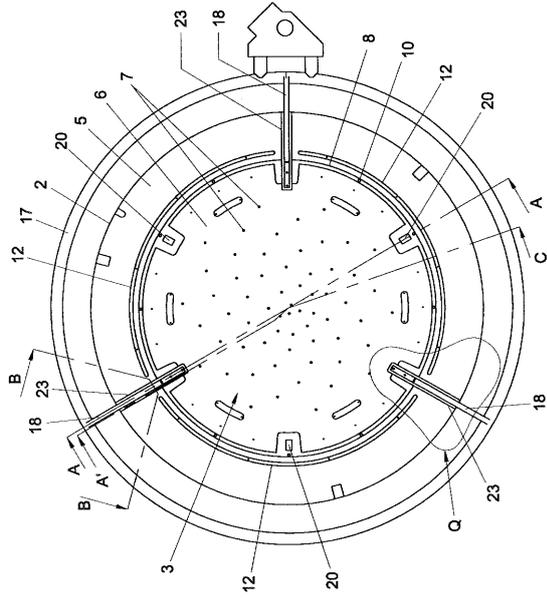
【 図 9 】 例示的实施形態が部分的に閉鎖した位置にあるときの図8と同様の断面図である。

【 図 1 0 】 例示的实施形態が閉鎖位置にあるときの図8と同様の断面図である。

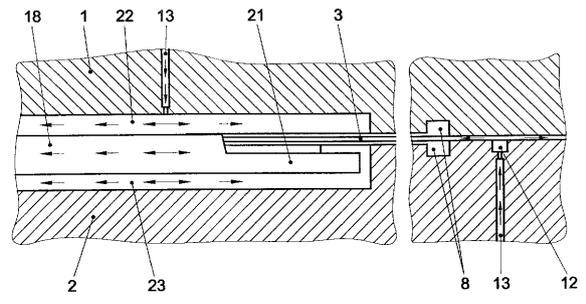
【 図 1 1 】 拡散成分のモル分率対間隙における無次元位置のグラフである。

【 図 1 2 】 縦軸の尺度を対数とした図11と同様のグラフである。

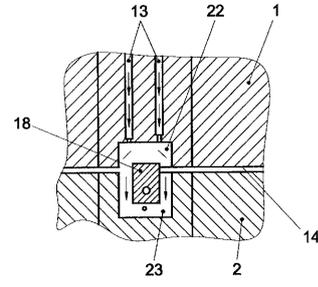
【図1】



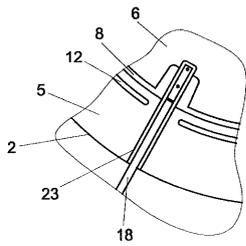
【図2】



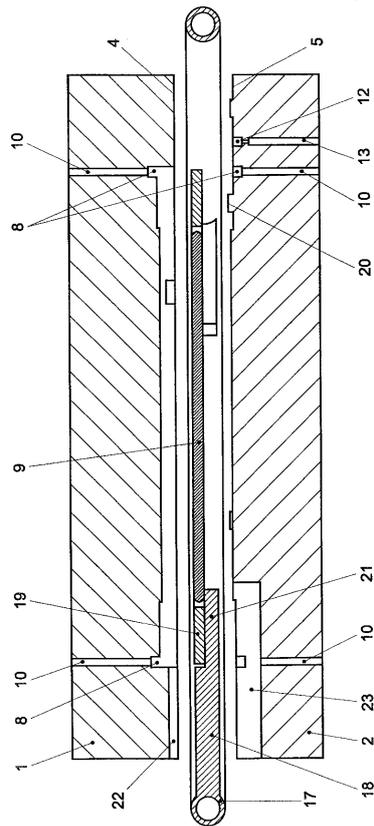
【図3】



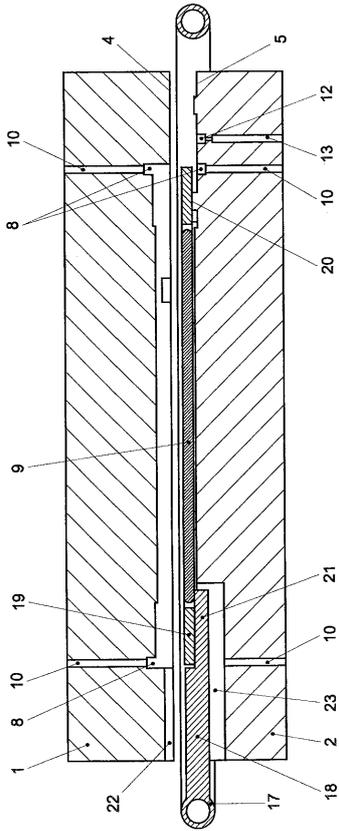
【図4】



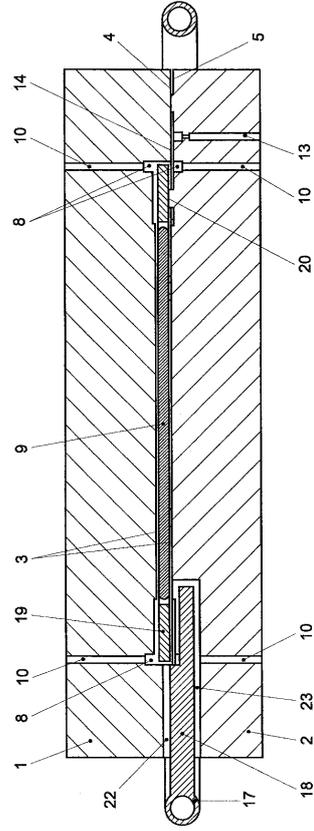
【図5】



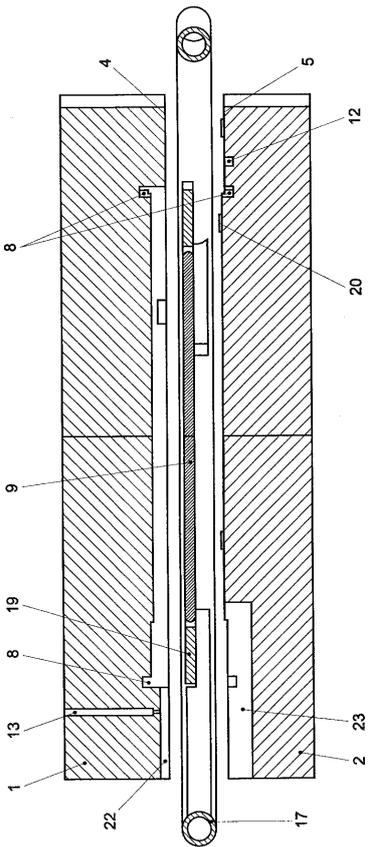
【図6】



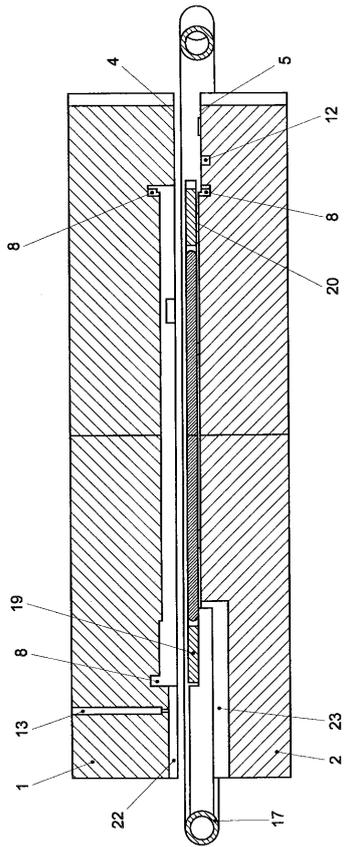
【図7】



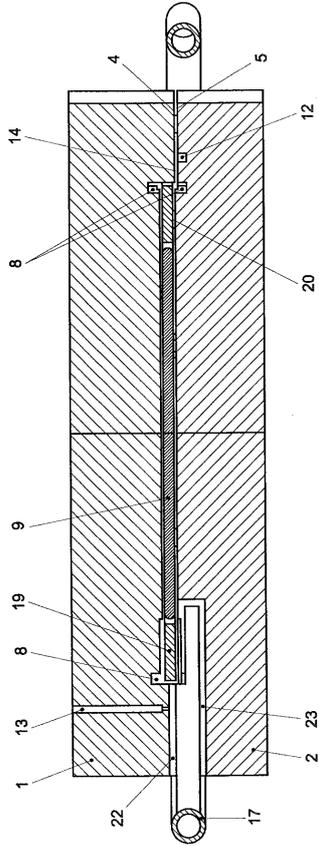
【図8】



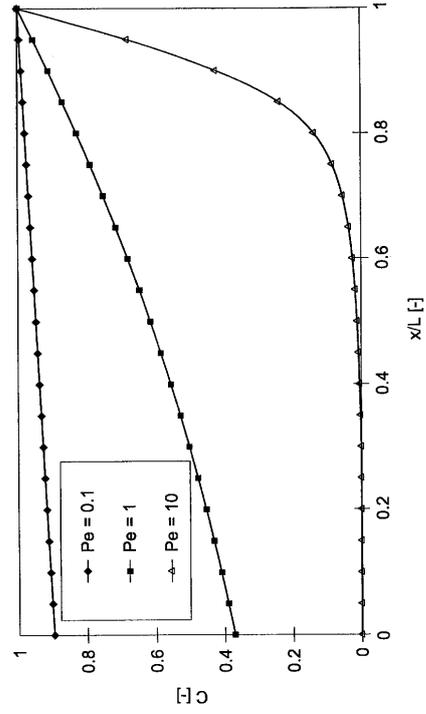
【図9】



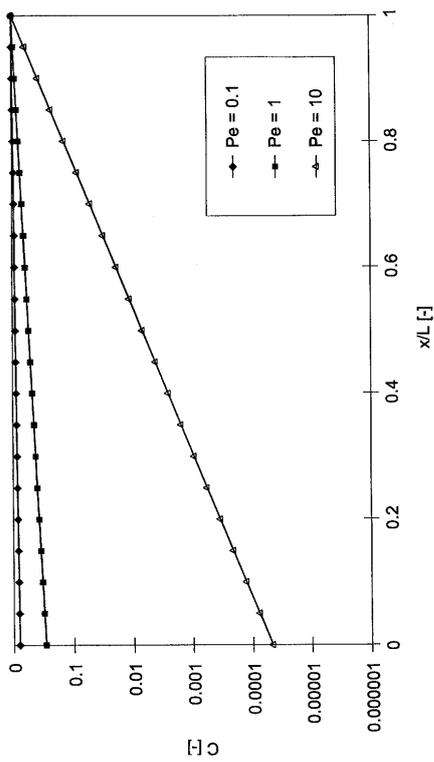
【図 10】



【図 11】



【図 12】



## フロントページの続き

- (72)発明者 ヘルト - ヤン スニデルス  
オランダ王国、3 8 1 8 ゼットエー アメルスフォールト、プリンス ベルナルトラーン 7
- (72)発明者 ブラディミール イワノビッチ クズネツソフ  
オランダ王国、2 6 2 2 アーイクス デルフト、プエノス アイレスストラート 8
- (72)発明者 クリステリアヌス ヘラルデュス マリア デ リダー  
オランダ王国、3 8 2 8 ベーカー ホーフラント、エスドールンラーン 1 9
- (72)発明者 ヘルベルト テルホースト  
オランダ王国、3 8 2 2 ベーイクス アメルスフォールト、アルベルト スフヴェイツェルシン  
ヘル 4 アー

審査官 萩原 周治

- (56)参考文献 特表平 1 1 - 5 1 4 1 5 4 ( J P , A )  
特開昭 5 9 - 0 0 9 3 7 0 ( J P , A )  
特開昭 6 1 - 0 0 6 8 2 1 ( J P , A )  
特開平 0 8 - 2 2 2 6 1 8 ( J P , A )  
特開平 0 2 - 0 3 4 9 1 5 ( J P , A )  
特開 2 0 0 0 - 1 0 0 9 0 7 ( J P , A )  
特開 2 0 0 0 - 2 4 3 8 0 4 ( J P , A )  
実開平 0 3 - 1 1 2 1 6 8 ( J P , U )

## (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H01L 21/26-21/268  
H01L 21/322-21/326  
H01L 21/205  
H01L 21/6-21/687